

INFORME ANUAL
Proyecto de Investigación N° 024-A5-167

BIOTECNOLOGIA Y SOCIEDAD COSTARRICENSE

Sonia María Amador Berrocal
Escuela de Estudios Generales

CONDICIONES QUE RIGEN AL PROYECTO:

Vigencia: 1 de marzo del 2005 al 15 de diciembre del 2006

Presentación de informes: I Parcial: 20 de febrero del 2006
Final: 15 de diciembre del 2006

Objetivo general

Investigar y analizar las implicaciones sociales, económicas, ecológicas y políticas, de las actuales aplicaciones biotecnológicas a plantas y animales dedicados a la producción de alimentos, para posteriormente promover su conocimiento entre entes mediadores, capaces de difundirlos a la población costarricense y de esta manera, propiciar actitudes responsables.

Objetivo específico 01

Investigar y analizar críticamente el desarrollo biotecnológico y sus aplicaciones en animales y vegetales para la producción de alimentos, ocurrido en el ámbito costarricense. Ello con la finalidad de recabar la información que está dispersa en diversas universidades, centros de investigación y otras entidades nacionales.

Objetivo específico 02

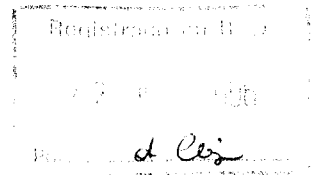
Investigar y analizar los riesgos asociados con las aplicaciones biotecnológicas en vegetales y animales para la producción de alimentos y sus implicaciones sociales, económicas, ecológicas y políticas, con el propósito de darlos a conocer.

Objetivo específico 03

Promover entre la sociedad costarricense, la difusión de conocimientos sobre el desarrollo biotecnológico en el campo alimentario, sus aplicaciones e implicaciones, para promover el espíritu crítico.

Objetivo específico 04

Proporcionar argumentos a los diferentes actores sociales, acerca del uso y consumo de productos alimentarios biotecnológicos, con la intención de que puedan enfrentar responsablemente su uso, así como eventuales negociaciones, tanto en el ámbito nacional como extranjero.



Objetivo específico 05

Contribuir a la formación de una sociedad más informada, más consciente de su responsabilidad con la vida, tanto humana como de otros seres, para prevenir los peligros que acechen contra el futuro de la misma en la Tierra.

20-02-06

Cronograma de actividades

De marzo de 2005 a julio de 2005:

Búsqueda de fuentes de información

Iniciación del banco de información biotecnológica

De agosto de 2005 a diciembre de 2005:

Organización del primer foro con diversos actores sociales

Elaboración de un artículo de revista

Elaboración de un informe parcial del proyecto

De enero de 2006 a junio de 2006:

Alimentación del banco de información biotecnológica

Organización del segundo foro con diversos actores sociales

De julio de 2006 a diciembre de 2006:

Elaboración del segundo artículo de revista

Elaboración del informe final del proyecto

PRODUCTOS OBTENIDOS:

1-Como resultado de la investigación bibliográfica se redactó el documento adjunto, titulado en forma análoga al proyecto. A partir del mismo se elaboraron dos ponencias diferentes, para presentarlas en foros distintos, a saber:

a-Desinformación del público costarricense con respecto a los cultivos y los alimentos transgénicos. Ponencia presentada en el **II Encuentro de Estudios Sociales de la Ciencia, la Técnica y el Medio Ambiente**, llevado a cabo en el Centro de Investigaciones Geofísicas de la Universidad de Costa Rica, los días 1 y 2 de diciembre de 2005. Se adjunta documento probatorio.

b-Un ejemplo actual del desarrollo científico tecnológico como instrumento de dominación. Ponencia que ya fue aceptada para su presentación en las **VI Jornadas ESOCITE (Estudios Sociales de la Ciencia y la Técnica)**, encuentro de investigadores latinoamericanos que se realizará del 19 al 21 de abril de 2006 en Bogotá, Colombia. Se adjunta documento probatorio.

Ambos artículos aparecerán publicados en las memorias respectivas.

2-Organización del foro *Los organismos transgénicos y el ámbito nacional*. Se llevó a cabo el 6 de octubre del 2005, con asistencia de unas 110 personas interesadas en el tema. Como panelistas se contactó a expositores expertos en el tema, a saber: M.Sc. Tea Huidobro, miembro de la Comisión Nacional del Medio Ambiente, Chile; Ing. Ana Marcela Víquez, de la Gerencia de Biotecnología del Servicio Fitosanitario del Estado, MAG; Dr. Jaime García, Profesor Catedrático del Centro de Educación Ambiental, UNED; Dr. Jorge E. Romero, Director del Instituto de Investigaciones Jurídicas de la Universidad de Costa Rica.

Para su realización fue necesario además conseguir el espacio físico, el Mini Auditorio de la Facultad de Ciencias Sociales, procurar equipo audiovisual, publicitar la actividad, así como gestionar sendas cartas de agradecimiento para los expositores participantes. Se adjuntan documentos probatorios.

Lamentablemente no fue posible iniciar el banco de información biotecnológica, debido a limitaciones de tiempo, aunque la investigación permitió recopilar datos importantes al respecto, tal como lo rebela la amplia bibliografía consultada. Además, para lograr la totalidad de las metas propuestas (en el plazo de 2 años aprobado para el proyecto) faltaría organizar un segundo foro con diversos actores sociales. Ambas tareas quedan en el tintero, pues por los motivos que se exponen más adelante, aprovecho la oportunidad para solicitar la clausura del presente proyecto.

SOLICITUD DE CLAUSURA DEL PROYECTO:

En octubre de 2005, juntamente con el M.Sc. Rodolfo Rodríguez, profesor de cine de la Escuela de Estudios Generales, iniciamos las gestiones para conseguir la aprobación de un nuevo proyecto de investigación, de naturaleza diferente al que ahora atendemos. Se trata del tema titulado *Historia del Edificio Enrique Macaya Lahmann*, el cual procura elaborar la historia del edificio que ha albergado a nuestra Escuela de Estudios Generales, a lo largo de su existencia. Los productos finales que se esperan obtener, un documento escrito y otro cinematográfico, ayudarán a perpetuar en la memoria colectiva su importancia cultural e histórica, a propósito del cincuentenario de su inauguración.

Consciente de mis limitaciones personales, tal como lo expresé en las conversaciones que hemos sostenido, me siento incapaz de asumir responsablemente ambos proyectos en forma simultánea. Ante la cercana celebración del aniversario del inmueble, a inicios de marzo de 2007, consideramos necesario dar preferencia al nuevo proyecto y solicitar formalmente la cancelación de éste llamado *Biotecnología y Sociedad Costarricense*, N° 025-A5-167.

BIOTECNOLOGIA Y SOCIEDAD COSTARRICENSE

Proyecto N° 024-A5-167

Sonia María Amador Berrocal
Escuela de Estudios Generales

Introducción

El equilibrio dinámico de los ecosistemas naturales es tan delicado y complejo, que aun reviste una serie de misterios para la ciencia. La experiencia recabada ha demostrado que una insignificante modificación es capaz de producir consecuencias inesperadas de amplio alcance, tanto en el tiempo como en el espacio, de manera que los efectos de una perturbación pueden prolongarse por periodos sumamente largos o bien manifestarse en lugares muy distantes. Partiendo de esta realidad y del cambio trascendental que para la naturaleza y los seres vivos significan las modificaciones en la composición genética de los mismos, se realiza un estudio que trata de *investigar y analizar las implicaciones sociales, económicas, ecológicas y políticas, de las actuales aplicaciones biotecnológicas a plantas y animales dedicados a la producción de alimentos, para posteriormente promover su conocimiento entre entes mediadores, capaces de difundirlos a la población costarricense y de esta manera, propiciar actitudes responsables*¹.

Con base en los criterios anteriores, al leer el presente documento debe tenerse en cuenta que no se discuten las técnicas empleadas en laboratorios por los biotecnólogos, sino el contexto legal, político y económico en que dichas investigaciones se llevan a cabo. De manera que no se trata de expresar una posición “anticientífica”, sino más bien de esclarecer el ámbito en que se aplican estos conocimientos científico tecnológicos, así como los intereses de quienes se sirven de ellos, pues de antemano compartimos aquella expresión que reza: *el problema no es la “biotecnología” en si misma, sino la “biotecnología de las multinacionales” y una parte de ese problema es que la biotecnología de las multinacionales tiende a convertirse en “toda” la biotecnología* (Departamento Confederal de Medio Ambiente, 1999: 18).

Como se verá, en Costa Rica al igual que en otras partes del mundo, la biotecnología aplicada a la producción de alimentos, se está metiendo sigilosa y aceleradamente en los ecosistemas y hasta en nuestras mesas, a pesar de los riesgos señalados por numerosos expertos, en cuanto a las consecuencias para el ambiente, el equilibrio ecológico y la salud humana entre otras, tan sólo por intereses económicos de unas cuantas compañías. Al mismo tiempo que se ignoran las moratorias solicitadas para cultivar transgénicos, se niega a la sociedad costarricense, la oportunidad del necesario debate. Todo esto ocurre en un escenario dominado por las condiciones político-económicas impuestas al país mediante un acuerdo comercial —el Tratado de Libre Comercio entre Centroamérica y Estados Unidos— que aun no ha sido discutido en la Asamblea Legislativa costarricense para su aprobación definitiva. Es posible que aliados ocultos de este país, procuren a las grandes corporaciones facilidades para el cultivo y la comercialización de los productos biotecnológicos, sin mayores restricciones, en un terreno apto para asegurar la continuidad de la dependencia histórica.

¹ Forma parte del objetivo general del proyecto de investigación al cual corresponde el presente informe.

Desarrollo científico tecnológico que subyace a los alimentos transgénicos

Hace más de 30 años, Amílcar Herrera (1971) en su famoso ensayo sobre Ciencia y Política manifestaba que la dominación político-militar característica de épocas anteriores había sido sustituida por otra forma más sutil pero más efectiva: la dominación científico-tecnológica, ejercida por las naciones desarrolladas. Al mantenerse los países en vías de desarrollo como economías periféricas, continuaban siendo productoras de materias primas para los países industrializados. *“La ciencia moderna –el instrumento más efectivo creado por el hombre para su liberación, a través de la comprensión y el pleno dominio del medio ambiente- aparece paradójicamente como una de las causas más directas de los problemas básicos que enfrentan las sociedades subdesarrolladas: la creación y el ensanchamiento continuo de la brecha...”* (Herrera, 1971: 14). Según las recomendaciones de dicho autor, los países pobres necesitarían formar científicos de alto nivel, semejantes a los de países avanzados y al mismo tiempo implementar condiciones políticas, económicas y sociales que a su vez requerirían de una profunda transformación en las estructuras socioeconómicas, subyacentes al subdesarrollo. Más recientemente, numerosos autores (Arocena y Sutz, 2003; Codner, 2004) amplían esas ideas al señalar que la implementación de políticas públicas orientadas al estímulo de actividades científicas, tecnológicas y de innovación, es determinante para que un país logre mejorar sus índices de desarrollo. Al respecto los datos son reveladores: los países “centrales” donde habita el 20% de la población mundial, cuentan con el 70% de los investigadores y un 85% de la inversión en investigación y desarrollo (I+D) se lleva a cabo allí (Arocena y Sutz, 2003).

Una de las actividades de I+D que más auge ha cobrado en la últimas décadas es la biotecnología –las técnicas empleadas para la obtención de alimentos transgénicos forman parte de la biotecnología-, que a diferencia de otros desarrollos anteriores, se sustenta en la investigación básica, por lo que sus avances están estrechamente ligados a los centros de investigación, casi todos relacionados con universidades (Casas, 1993). Los efectos de este nuevo desarrollo en las sociedades siguen la trayectoria vaticinada desde hace varias décadas. Pero además conlleva novedades, como *el continuo proceso de privatización del conocimiento científico y la reducción progresiva del “periodo de maduración” de los avances conseguidos* (Durán y Riechmann, 1998). El primero se explica porque las inversiones para innovar en este campo de punta son tan elevadas, que se ven fuera de la competencia las empresas pequeñas y aun los Estados pobres. Los Estados ricos, que al inicio reforzaron sus presupuestos para I+D, poco a poco los han ido reduciendo, pero a la vez adoptaron una actitud permisiva, de “dejar hacer” a las grandes compañías multinacionales, situación que ha conducido a la privatización del conocimiento científico por parte de estas gigantescas empresas. Al amparo de las grandes compañías, los investigadores universitarios establecen convenios de colaboración o bien se organizan en pequeñas empresas que venden al gigante sus productos. Son estos quienes patentan genes y hasta seres vivos, a la vez mantienen oculta, sin publicar, la información científica recabada, esperando su valorización en el mercado.

Por otra parte, el tiempo que transcurre desde la investigación en el laboratorio hasta la colocación del producto en el mercado, se va acortando cada vez más. Obviamente esta gran velocidad no da tiempo a que se activen los mecanismos de control social sobre el desarrollo científico tecnológico. Por eso casi siempre resulta meramente reducido a palabras el Principio de precaución. *Al discutir en semejante contexto los aspectos ético-*

políticos de las nuevas tecnologías genéticas, o al proponer criterios para la evaluación social de las mismas, muchas veces se adivina que el debate está falseado de antemano ... y que las comisiones de bioética que los agentes sociales participativos se esfuerzan por democratizar están condenadas casi estructuralmente a servir apenas como coartada legitimadora para las decisiones que se tomen en otra parte (Durán y Riechmann, 1998: 15).

No cabe duda que la aplicación de la biotecnología para la obtención de alimentos – entre otros fines- está ampliando la brecha entre países pobres y ricos. Por tal razón se han empleado argumentos de orden político, social y económico en el amplio debate que se ha suscitado a escala mundial. A manera de ejemplo indicamos que las inversiones a realizar para la investigación biotecnológica son tan elevadas, que hasta la fecha los cultivos más trabajados han sido aquellos mayormente consumidos en los países desarrollados, como soya, maíz, colza y algodón. Mientras sorgo, yuca, maní y frijoles, de gran consumo en muchos países pobres, apenas se han investigado tímidamente, por la escasez de inversión económica en estos sitios. La FAO recomienda un cambio de estrategia en los programas de investigación, para que también se atiendan las necesidades de los países en vías de desarrollo y evitar que se genere un “brecha molecular” entre las áreas pobres y las ricas del planeta (Lostao y Urbano, 2004).

Generalidades sobre los alimentos transgénicos

Dentro de la biotecnología moderna, se utiliza el término “transgénico” para identificar a un organismo al que se le ha transferido material genético por cualquiera de las técnicas de ingeniería genética. Los alimentos transgénicos son por lo tanto, obtenidos gracias a la manipulación genética, de ahí que se les llame también alimentos recombinantes. Otra forma de identificarlos es mediante las siglas OMG correspondiente a organismos genéticamente modificados. Al hablar de alimentos de origen vegetal, también se nombran frecuentemente los cultivos de estos organismos para producción de alimentos, como cultivos genéticamente modificados (CMG). Hasta la fecha no existen en el mercado alimentos animales GM, pero es posible que pronto esté a la venta el pescado transgénico (OMS, 2005).

Una definición de planta transgénica es: *planta cuyo genoma ha sido modificado mediante ingeniería genética, bien para introducir uno o varios genes nuevos (pertenecientes a otra variedad o especie) o para modificar la función de un gen propio. Una vez realizada la inserción o modificación del gen, éste se trasmite a la descendencia como uno más de los genes de la planta (Muñoz y Rodríguez, 2004: 216).*

La obtención de estos se diferencia de la tradicional mejora genética –basada en la selección o hibridación de especies emparentadas-, en que son resultado del intercambio genético inducido por medios artificiales, entre especies, géneros y órdenes lejanos, que no se producirían en la naturaleza. La manipulación genética logra transferir genes de un organismo vivo a cualquier otro, atravesando las barreras que se han establecido entre especies a lo largo de millones de años del proceso evolutivo.

Se pueden sintetizar en tres puntos, las innovaciones introducidas por la ingeniería genética, que da origen a los OGM, las cuales en pocas palabras caracterizan a la tecnología transgénica (Muñoz y Rodríguez, 2004):

- a- Hace posible la unión de material genético –recombinación- de especies que nunca se entrecruzan en la naturaleza
- b- Posibilita la introducción de genes nuevos –exóticos- en el genoma del OGM, cuyas manifestaciones fisiológicas y bioquímicas son impredecibles. Antes sólo era posible entrecruzar formas diferentes de los mismos genes
- c- Para lograr la transferencia de genes, frecuentemente se emplean vectores microbianos que son bacterias, virus², plásmidos y elementos genéticos móviles.

Estos productos genéticos artificiales son nuevos en la alimentación humana, nunca antes se habían comido puesto que no existían. Es por ello que resultan inciertas e insospechadas las consecuencias de su introducción en la salud humana, el medio ambiente y en los sistemas agrícolas (Departamento Confederal de Medio Ambiente, 1998).

Los CGM producidos masivamente en el mundo actual son: maíz resistente a herbicidas e insectos, sojas resistentes a herbicidas, semillas de colza o canola³, algodón resistente a insectos y herbicidas, que se utiliza para producción de fibras y de aceite refinado como alimento. Además se cultivan y comercializan solamente en el interior de algunos países, variedades de papaya, papa, arroz, calabaza, remolacha azucarera y tomate. Hasta el momento ha predominado la investigación y el desarrollo para la tolerancia a herbicidas y la resistencia a insectos, pero se proyecta que en adelante tomará auge la resistencia a enfermedades, así como la alteración de las propiedades nutritivas y la composición química, para el mejoramiento de los perfiles nutricionales (OMS, 2005).

En el cuadro 1 a continuación, se recopilan datos acerca del aumento de la extensión cultivada con plantas alimentarias transgénicas en el mundo, ocurrido a gran velocidad en poco menos de una década. En el 2004 el área total mundial de CGM se estimó en 81 millones de hectáreas, cultivada por 7 millones de agricultores, en 18 países desarrollados y en desarrollo. En ese mismo año se concentró el 99% de los transgénicos, solamente en siete países (OMS, 2005), según se aprecia en el cuadro 1.

² Virus: entidad celular infecciosa que, aunque puede sobrevivir extracelularmente, es un parásito porque solo se reproduce en el interior de células vivas específicas, pero sin generar energía y sin ninguna actividad metabólica. Plásmido: forma acelular de vida, fragmento circular de ADN que contiene unos cuantos genes y se encuentra en el interior de ciertas bacterias. Actúan y se replican en forma independiente del ADN bacteriano y pasan de unas bacterias a otras. No producen enfermedades pero inducen pequeñas mutaciones en las células (Aedenat, s.f.).

³ La colza, también conocida como canola, es un tipo de col de cuyas semillas se extrae aceite (DRAE, 1992).

Cuadro 1
Area y porcentaje del área mundial, por país, de CGM

País	1996		2004	
	Área*	Porcentaje	Área*	Porcentaje
Estados Unidos	1.5	88.2	47.6	59
Argentina	0.1	5.9	16.2	20
Canadá	0.1	5.9	5.4	6
Brasil			5	6
China	?		3.7	5
Paraguay			1.2	2
Sudáfrica			0.5	1
Total en el mundo	1.7	100	79.6	99

* millones de hectáreas

Fuentes: Riechmann, 2004; OMS, 2005.

Según la vía que les dio origen, los alimentos transgénicos se agrupan en tres categorías (Departamento Confederal de Medio Ambiente, 1999):

a- organismos manipulados genéticamente, que se comen. Por ejemplo a plantas de papa, tomate y maíz se les incorpora –o transfiere- un gen procedente de una bacteria llamada *Bacillus thuringiensis*. Este gen induce la producción de una toxina que destruye las larvas de insectos depredadores de dichas plantas.

b- alimentos a los que se ha adicionado un ingrediente que proviene de algún organismo modificado genéticamente.

c- alimentos en cuya producción se agrega un componente auxiliar, resultado de la manipulación genética, como es el caso de algunas hormonas o de enzimas. Por ejemplo el cuajo que normalmente se extrae del cuajar de la vaca, utilizado para inducir la formación del queso, es sustituido por una enzima lograda biotecnológicamente, de la siguiente manera: el gen de la vaca responsable de inducir la formación de la enzima que actúa en el cuajo, ha sido transferido a bacterias huéspedes. Estas bacterias producen grandes cantidades de la enzima que luego es agregada a la leche para formar el queso.

Con respecto a la percepción que el público tiene de los OGM, las investigaciones realizadas encontraron que, en términos generales, no hay rechazo contra la biotecnología si ésta se aplica al campo médico, pues acarrea consecuencias benéficas para la sociedad. Pero cuando se trata de aplicaciones a la producción de alimentos, el público desconfía, aun así se encuentra en disposición de reconocer *argumentos tanto a favor como en contra de los GM y en general no exige “riesgo cero”*. (OMS, 2005). Otra encuesta realizada en la Unión Europea en 2001, mostró un rechazo mayoritario del 70%, a los alimentos transgénicos, cerca del 60% temía efectos nocivos para el medio ambiente, mientras casi el 95% demandó el derecho de poder elegir entre los alimentos tradicionales y los modificados genéticamente (European Commission, 2001).

Beneficios conferidos a los alimentos transgénicos

Las experiencias pioneras de las aplicaciones biotecnológicas al campo de la salud, impulsaron rápidamente su aplicación a la agricultura, desarrollo que se ha dado a gran velocidad. Aunque al principio se planteó el problema del riesgo que involucra la liberación al medio de los OGM, las consecuencias de este conocimiento en la opinión pública y por lo tanto en la aceptación de los nuevos alimentos, pronto los CGM tomaron auge (Muñoz y Rodríguez, 2004). Para ilustrarlo basta recordar los datos incluidos en el cuadro 1 y agregar que el mercado global de CGM, estimado en 1995 en 75 millones de dólares, ascendió tan solo 4 años después a 2 300 millones de dólares (Solleiro, 2000).

Los beneficios señalados para la agricultura transgénica no rigen en todos los casos, pues cada especie es trabajada para adquirir un provecho específico. Sin embargo, se generalizan las siguientes ventajas (Muñoz y Rodríguez, 2004; Ribeiro, 2004; Solleiro, 2000):

a- Ventajas agronómicas: Se mejora la productividad de los cultivos, porque las plantas se tornan resistentes a plagas y enfermedades.

Es posible facilitar la reproducción de plantas en ambientes adversos, tales como suelos expuestos a sequías, heladas, alta salinidad o la presencia de metales.

Se favorece el crecimiento de la planta, mejorando sus procesos de adquisición de nutrientes, la fotosíntesis y en general su vigor.

b- Ventajas para el medio ambiente: Merma sustancial del uso de agroquímicos – fertilizantes y plaguicidas- nocivos para los ecosistemas y los seres vivos. Por una parte se modifican genéticamente los cultivos para tornarlos resistentes a plagas y enfermedades. Por otra, se manejan las plantas para tolerar la presencia de herbicidas, de modo que los agricultores pueden hacer uso de éstos, para eliminar las malezas indeseables sin perjudicar al cultivo. Además es posible reducir el uso de fertilizantes, pues las plantas son manipuladas para mejorar su vigor.

c- Ventajas para el consumidor: Al mejorar los cultivos, aumenta el volumen total de las cosechas, y con ello la disponibilidad de alimento para la creciente población mundial.

Plantas mejor desarrolladas y más vigorosas proveen mayor calidad nutricional. Diversos productos de consumo masivo, como azúcar y arroz, son manipulados para obtener mayores contenidos de vitaminas o proteínas.

Se espera que todas estas ventajas redunden en mejoría de la calidad de vida de millones de campesinos y consumidores.

Riesgos señalados para los alimentos transgénicos

Se estima que existen numerosos riesgos derivados del consumo de alimentos procedentes de cultivos genéticamente modificados, los cuales se agrupan en tres grandes categorías: sanitarios, ecológicos y sociopolíticos (Departamento Confederal de Medio Ambiente, 1999), que se explican a continuación.

Riesgos sanitarios

Se relacionan con la salud humana y animal. De seguido se explicitan según el posible daño a causar.

1a- Resistencia a antibióticos:

Algunos genes de bacterias resistentes a ciertos antibióticos, pero sin relevancia agronómica, son empleados como genes marcadores. Estos genes resistentes permanecen asociados a otros que si poseen valor agronómico, de manera que juntos se transfieren a células vegetales empleadas como patrón. Para corroborar que el gen valioso se encuentra debidamente insertado en el nuevo genotipo, las células transplantadas se bañan con antibióticos. Aquellas que no poseen los genes asociados, morirán, mientras las sobrevivientes, serán empleadas como células madre, progenitoras de plantas transgénicas. Cada planta GM permite que se depositen en el suelo cantidades considerables del ADN bacterial, el cual permanece allí mismo durante varios meses, incluso cuando el microorganismo ya no existe en ese hábitat (Hansen, 2003). Es posible que siembras consecutivas de plantas transgénicas a lo largo del tiempo, posibiliten el traspaso de transgenes hasta las bacterias habitantes del suelo, tornándolas resistentes a los antibióticos y que por medio de la cadena alimentaria, alcancen a personas y animales, volviéndolos también resistentes a los antibióticos (Departamento Confederal de Medio Ambiente, 1999).

Además, los genes marcadores resistentes a los antibióticos, que se usan para probar el éxito de alguna modificación genética inducida, ingresan directamente al cuerpo humano con los alimentos GM. Está demostrado que el ADN de los alimentos GM resiste el efecto de la saliva y los jugos gástricos, de ahí que al entrar en contacto con la flora intestinal, normal en el cuerpo humano, tenga la capacidad de transmitirle a ella, esa resistencia hacia los antibióticos. En estudios experimentales se demostró que es posible la transferencia horizontal de genes desde plantas GM, hacia las bacterias de la flora intestinal humana, capaces de incorporarse a la dotación genética de la bacteria y de expresarse. También los transgenes pueden introducirse en las células somáticas que recubren el tracto gastro intestinal (OMS, 2005). Ya que la transferencia horizontal de genes no puede ser ignorada, en el año 2000 un grupo de expertos de la Organización Mundial de la Salud calificó de innecesario el uso de genes marcadores con resistencia a los antibióticos y más adelante alentó el uso de genes que no presenten dicha propiedad (OMS, 2005). Por su parte la Unión Europea propuso eliminarlos progresivamente hasta el 2005 (Hansen, 2003).

Entre las plantas transgénicas portadoras de genes resistentes a los antibióticos se encuentran variedades de papa, maíz, colza, tomate y algodón. Algunos de los antibióticos a los que resisten son ampicilina, estreptomina y amoxicilina, empleados frecuentemente en el mundo entero para combatir diversas infecciones (Departamento Confederal de Medio Ambiente, 1999).

1b- Generación de alergias:

Hay numerosas evidencias de que los alimentos transgénicos tienen la capacidad de generar diferentes tipos de alergias en los consumidores, entendiendo por alergia una serie de reacciones adversas desencadenadas hacia los alimentos, por el

sistema inmune. Actualmente es motivo de investigación la forma en cómo interactúan los alimentos con el sistema inmune, para provocar la alergenicidad (OMS, 2005).

Los principales alérgenos alimentarios –generadores de alergia- son proteínas que se encuentran frecuentemente en alimentos como huevo, pescado, leche, maní, mariscos, soya, trigo y nueces secas -avellana, macadamia y pistachos, entre otros-. Las reacciones alérgicas incluyen desde salpullido, malestares gastrointestinales como diarrea o estreñimiento, rinitis o bien sensación de estar con gripe, hasta el shock anafiláctico, que puede conducir a la muerte, cuyos síntomas son dolor intenso en el pecho y dificultad para respirar (Herbert, 2003).

La inyección de material genético extraño en un ser vivo, introduce códigos genéticos de una proteína que nunca antes estuvo presente, la cual probablemente tampoco formaba parte de la cadena alimentaria de los humanos, de ahí que su ingesta puede generar reacciones alérgicas. Pero también las alergias pueden ser inducidas por el cambio de comportamiento que experimentan los organismos después de ser modificados genéticamente, ya sea produciendo cantidades notablemente mayores o por el contrario, menores, de alguna proteína, con sus consecuentes riesgos para la salud humana.

Un ejemplo de generación de alergia fue registrado cuando la empresa Pioneer Hybrid introdujo en plantas de soya, genes procedentes de la nuez de Brasil, para balancear su contenido proteico. Los consumidores originalmente alérgicos a la nuez, mostraron también reacciones alérgicas hacia la soya a pesar de que antes nunca habían tenido manifestaciones de este tipo. La empresa optó por no sacar al mercado dicho producto (Kaczewer, 2004).

Por su parte la OMS alega que aunque son bien conocidos los principales grupos de alérgenos y existen pruebas para detectarlos, por lo general los alimentos desarrollados en forma tradicional no son examinados para detectar su alergenicidad antes de introducirlos al mercado (OMS, 2005). Sin embargo, los expertos de dicha entidad establecieron protocolos para evaluar la alergenicidad de alimentos GM procedentes tanto de fuentes con potencial alérgico conocido, como de aquellas sin potencial alérgico conocido. Su recomendación es desalentar la transferencia genética a partir de los primeros.

De acuerdo con estudios científicos, la reacción alérgica a las proteínas se puede presentar como una respuesta aguda, repentina, pero también suele ocurrir luego de pasado un tiempo, pues el cuerpo debe sensibilizarse primero (Hansen, 2003). En éste último caso es muy útil la identificación del origen transgénico de los alimentos, para poder seguir la pista y determinar a largo plazo, si su ingesta fue capaz de provocar una reacción alérgica.

Herbert (2003) indica que existe una gran incertidumbre respecto a los alimentos GM, pues mientras algunos científicos indican que el ADN y las proteínas introducidos en ellos se descompondrán, abandonando la posibilidad de ser transmitidos a los descendientes, otros más bien aseveran que las proteínas modificadas son estables. El primer argumento es empleado por quienes niegan la posibilidad de inducir alergias, mientras el segundo lo esgrimen para defender el uso de plantas como fuente de vacunas u otro tipo de medicamentos.

Según han demostrado varios estudiosos (Freese y Schubert, 2004; Hansen, 2003), las pruebas de seguridad realizadas por la Oficina de Administración de Alimentos y Drogas de Estados Unidos (Food and Drug Administration, FDA) en ciertas variedades de cultivos Bt -maíz, papas y algodón-, son inadecuadas. Por eso no es de extrañar que dicha Oficina los haya encontrado seguros para el consumo humano. Dichos analistas recomiendan realizar más y mejores estudios pues las evidencias, que se acumulan en

cantidad creciente, sugieren que *las diversas endotoxinas sobre el sistema inmunológico y/o pueden ser alérgicas*

1c- Aparición inesperada de sustancias tóxicas:

Existen evidencias de que un organismo GM puede introducirse en el cuerpo humano, resultan tóxicas, sin que se puedan prever tal situación. El caso ocurrido en 1989 para la elaboración de un complemento nutricional con este aminoácido es precursor de proteínas-, se emplearon se habían insertado cuatro genes con la finalidad de introducir triptófano. Las bacterias generaron junto a la sustancia altamente tóxica para los humanos, aun en cantidades mínimas corroborar en los comprimidos analizados. Resultado de esto manifestaron serios problemas neurológicos y de autoinmunidad causante fuera detectada. En cuanto se identificó a las patologías, la empresa fabricante de los comprimidos, recuperó cepas de estos microorganismos. Tal actuación hace su función a las bacterias como productoras de toxinas y decidieron oc

1d- Transferencia horizontal de genes:

Desde la década de 1990 se comprobó la transferencia de genes marcadores con resistencia a antibiótico. Este puede transferirse desde los cultivos transgénicos como papa, y tomate, hasta las bacterias y hongos del suelo. Pero la bacteria persiste en el ambiente externo, ya sea en el suelo o en el agua, *suficientemente rápido en el sistema digestivo como para transferirse a microorganismos residentes en los intestinos* (Ching 2003: 81) y de las personas. Ello ocurre por cuanto el ADN se degrada en presencia de saliva y de otros jugos digestivos, lo que favorece la transferencia horizontal de genes desde el alimento a las bacterias que normalmente habitan en el intestino humano.

Son abundantes los experimentos realizados, que demuestran la transferencia horizontal de genes, así como también las preocupaciones que genera. Ching (2003) resumen los peligros potenciales derivados de:

- generación de virus nuevos que atraviesan las especies
- generación de bacterias nuevas que causan enfermedades
- propagación de genes con resistencia a antibióticos
- patógenos virales y bacterianos, dificultando el diagnóstico
- inserción aleatoria en el genoma de las células, provocando enfermedades, como el cáncer
- reactivación y recombinación con virus dormidos, generando virus infecciosos
- propagación de genes y construcciones de genes que nunca antes han existido
- Destabilización de los genomas a los cuales se les atribuyen funciones importantes

⁴ Transgene: gen que ha sido transferido desde un organismo donador

sistema inmune. Actualmente es motivo de investigación la forma en cómo interactúan los alimentos con el sistema inmune, para provocar la alergenicidad (OMS, 2005).

Los principales alérgenos alimentarios –generadores de alergia- son proteínas que se encuentran frecuentemente en alimentos como huevo, pescado, leche, maní, mariscos, soya, trigo y nueces secas -avellana, macadamia y pistachos, entre otros-. Las reacciones alérgicas incluyen desde salpullido, malestares gastrointestinales como diarrea o estreñimiento, rinitis o bien sensación de estar con gripe, hasta el shock anafiláctico, que puede conducir a la muerte, cuyos síntomas son dolor intenso en el pecho y dificultad para respirar (Herbert, 2003).

La inyección de material genético extraño en un ser vivo, introduce códigos genéticos de una proteína que nunca antes estuvo presente, la cual probablemente tampoco formaba parte de la cadena alimentaria de los humanos, de ahí que su ingesta puede generar reacciones alérgicas. Pero también las alergias pueden ser inducidas por el cambio de comportamiento que experimentan los organismos después de ser modificados genéticamente, ya sea produciendo cantidades notablemente mayores o por el contrario, menores, de alguna proteína, con sus consecuentes riesgos para la salud humana.

Un ejemplo de generación de alergia fue registrado cuando la empresa Pioneer Hybrid introdujo en plantas de soya, genes procedentes de la nuez de Brasil, para balancear su contenido proteico. Los consumidores originalmente alérgicos a la nuez, mostraron también reacciones alérgicas hacia la soya a pesar de que antes nunca habían tenido manifestaciones de este tipo. La empresa optó por no sacar al mercado dicho producto (Kaczewer, 2004).

Por su parte la OMS alega que aunque son bien conocidos los principales grupos de alérgenos y existen pruebas para detectarlos, por lo general los alimentos desarrollados en forma tradicional no son examinados para detectar su alergenicidad antes de introducirlos al mercado (OMS, 2005). Sin embargo, los expertos de dicha entidad establecieron protocolos para evaluar la alergenicidad de alimentos GM procedentes tanto de fuentes con potencial alérgico conocido, como de aquellas sin potencial alérgico conocido. Su recomendación es desalentar la transferencia genética a partir de los primeros.

De acuerdo con estudios científicos, la reacción alérgica a las proteínas se puede presentar como una respuesta aguda, repentina, pero también suele ocurrir luego de pasado un tiempo, pues el cuerpo debe sensibilizarse primero (Hansen, 2003). En éste último caso es muy útil la identificación del origen transgénico de los alimentos, para poder seguir la pista y determinar a largo plazo, si su ingesta fue capaz de provocar una reacción alérgica.

Herbert (2003) indica que existe una gran incertidumbre respecto a los alimentos GM, pues mientras algunos científicos indican que el ADN y las proteínas introducidos en ellos se descompondrán, abandonando la posibilidad de ser transmitidos a los descendientes, otros más bien aseveran que las proteínas modificadas son estables. El primer argumento es empleado por quienes niegan la posibilidad de inducir alergias, mientras el segundo lo esgrimen para defender el uso de plantas como fuente de vacunas u otro tipo de medicamentos.

Según han demostrado varios estudiosos (Freese y Schubert, 2004; Hansen, 2003), las pruebas de seguridad realizadas por la Oficina de Administración de Alimentos y Drogas de Estados Unidos (Food and Drug Administration, FDA) en ciertas variedades de cultivos Bt -maíz, papas y algodón-, son inadecuadas. Por eso no es de extrañar que dicha Oficina los haya encontrado seguros para el consumo humano. Dichos analistas recomiendan realizar más y mejores estudios pues las evidencias, que se acumulan en

